



ÖREBRO
UNIVERSITET

DISTANSTENTAMEN:

Våg- och materiefysik för civilingenjörer

FY501G-0100

2021-01-12, kl. 08:15-13:15

Hjälpmedel: Skrivmateriel, lärobok¹ och miniräknare.

Betygskriterier: Skrivningens maxpoäng är 60. Samtliga deluppgifter kan ge 5 poäng och bedöms utifrån kriterier för *kunskap och förståelse; färdighet, förmåga och värderingsförmåga; samt skriftlig avrapportering*. För betyg 3/4/5 räcker det med 4 poäng inom vart och ett av områdena *vågrörelselära, elektromagnetism, kvantmekanik och materiens struktur* samt 30/40/50 poäng totalt. Detaljerna framgår av separat dokument publicerat på Blackboard.

Anvisningar: Motivera väl med sidhänvisningar och formelnummer från läroboken, redovisa alla väsentliga steg, rita tydliga figurer och svara med rätt enhet. Skriv din ladokkod i hörnet uppe till höger på varje sida. Redovisa inte mer än en huvuduppgift per sida och scanna in i uppgiftsordning i god tid.

Skrivningsresultat: Meddelas inom 15 arbetsdagar.

Examinator: Magnus Ögren.

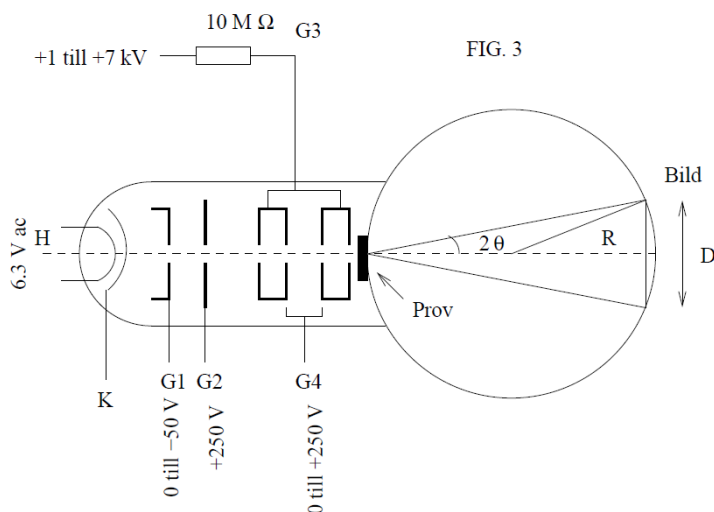
Lycka till!

1. En elastisk sträng med massan $m = 10.0$ g spänns upp horisontellt med kraften $F = 12$ N mellan två fasta ändar på avståndet $L = 3.00$ m. Strängen fås att vibrera i en stående transversell våg med frekvensen $(Y + 1) \cdot 10.0$ Hz. Y är i denna uppgiften den sista siffran i din ladokkod.

- a) Rita en realistisk ögonblicksbild (dvs strängens elongation som funktion av en rumskoordinat vid en given tidpunkt) över den stående vågen om den har Y noder (ej inräknat de två ändarna), samt ange våglängdens storlek.
- b) Jämför resultatet från två olika sätt att beräkna utbredningsfarten för vågor på strängen på samma sätt som under laboration 1.

¹ *Principles of Physics* 10.th ed. Halliday, Resnick, Walker

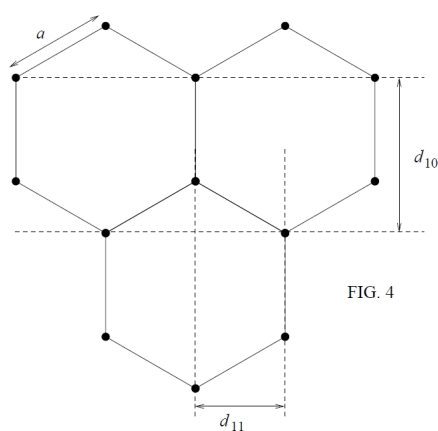
2. I ett laboratorium utfördes ett interferensförsök där en kristall bestrålades med röntgenstrålning vars våglängd är 0.15 nm. Ett i huvudsak likadant interferensmönster kan erhållas om kristallen istället bestrålas med elektroner som accelererats över en viss spänning. I labbsal T112 har ett sådant experiment med materievågor utförts. Några av de viktigaste komponenterna i experimentet avbildas i figuren nedan.



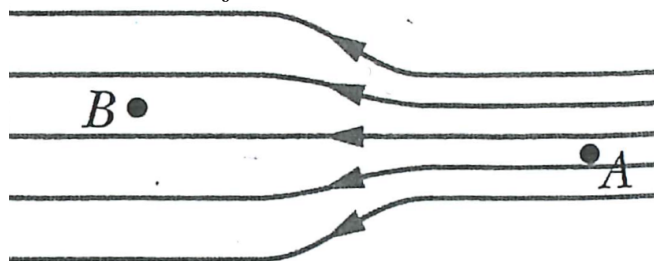
- a) Hur stor skall accelerationsspänningen vara för att interferensmönstret från elektroner materievågor skall bli det samma som från röntgenstrålningen? Alla labbgrupper uppgav också att de observerade ringar med minskande diametrar när de ökade accelerationsspänningen. Förklara även detta kvalitativt.

Alla labbgrupper uppgav att de observerade två ringar av olika storlek på skärmen (dvs längst till höger i figuren ovan).

- b) Förklara kvalitativt mha figuren nedan samt gärna med någon formel från kursen varför ni såg två ringar av olika storlek.

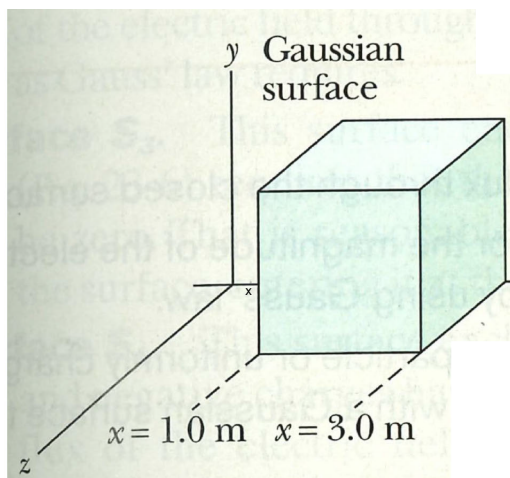


3. Figuren nedan visar fältlinjerna till ett elektriskt fält \vec{E} där det vinkelräta avståndet mellan linjerna är dubbelt så stort vid B som vid A.



- a) Låt den elektriska fältstyrkan $|\vec{E}|$ vara $(X + 1)$ N/C i punkten B. Vilken storlek och riktning får den elektriska kraften på en partikel med den elektriska laddningen $(Y + 1)$ C i punkten A? I denna uppgift är X den näst sista siffran i din ladokkod och Y är den sista siffran i din ladokkod.

Ett annat elektriskt fält runt den slutna kuben i figuren nedan har det principiella utseendet $\vec{E} = (|x - 2|, 0, |z|)$ N/C.



- b) Vad är den totala elektriska laddningen inuti kuben?

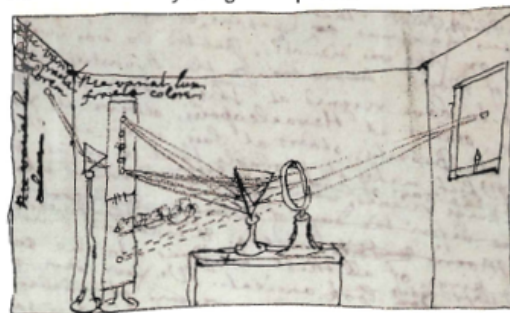
4.

NEWTON OCH FÄRGERNA

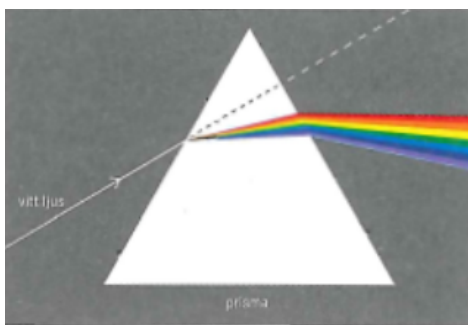


Ljusets färgspridning undersöktes först av den berömde engelske vetenskapsmannen Sir Isaac Newton, 1643–1727. År 1724 beskrev han hur han visat att vitt ljus är sammansatt av komponenter av olika färger. Först lät han vitt ljus passera ett prisma så att färgerna spreds, därefter satte han samman de olika färgerna till vitt ljus igen.

Fig. 18. Skiss ritad av Isaac Newton. Solljus från ett litet hål passerar genom en lins, ett prisma som åtskiljer färgerna, en skärm med hål och ytterligare ett prisma.

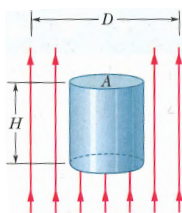


Newton använde ett glasprisma i sina undersökningar. På bilden nedan syns i närbild uppdelningen av vitt ljus i olika färger så som Newton undersökte.



- Är brytningsindex för prismet ovan störst för det röda eller violetta ljuset, motivera grundligt med formler.
- Du ska nu istället använda ett gitter med gitterkonstanten $d = 2.0 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ och i denna uppgift koncentrerar du dig på första ordningens maxima ($m = 1$). Är brytningen (dvs avståndet från centralmaxima på en skärm vinkelrät från den inkommande ljusstrålen) störst för det röda eller violetta ljuset, motivera grundligt med formler.

5. I figuren nedan illustrerar de röda linjerna ljuset i en uppåtriktad cirkulär laserstråle med diametern $D = 3.00$ mm och effekten 4.60 W.

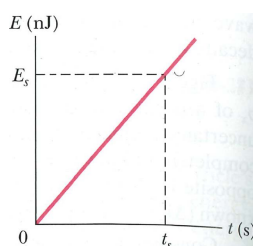


En cylinder med diameter $d = 2.60$ mm, homogent tillverkad av ett material med densitet 1.20 g/cm^3 , befinner sig i strålen. Ljuset håller cylindern svävande då ljustrycket på dess reflekterande undersida precis balanserar tyngdkraften på cylindern.

a) Bestäm höjden H på cylindern.

En punktkälla emitterar ljus med våglängden 600 nm i alla riktningar. En ljusdetektor 12.0 m från källan har en absorberande yta på $3.00 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ och absorberar 50% av allt ljus som når detektorn. Detektorns yta är riktad rakt mot punktkällan.

Den totala energin E som har emitterats från punktkällan vid tiden t beskrivs i figuren nedan, där $E_s = 7.2 \text{ nJ}$ och $t_s = 2.0 \text{ s}$.



b) Hur många fotoner per sekund absorberas av detektorn?

6. Denna uppgift handlar om elektroner i en tvådimensionell oändlig lådpotential (eng.: *two-dimensional infinite potential well*) med kantlängderna $L_x = 2.0 \text{ nm}$ och $L_y = 1.0 \text{ nm}$.

a) Gör en tabell där du har markerat de 10 lägsta energinivåerna och motsvarande rumskvanttal (n_x, n_y) . Du kan med fördel ange energierna i enheten $\hbar^2 / (8mL_x^2)$.

b) Rita ett energinivådiagram enligt tabellen i a) där du placerat ut X st spinn-upp (\uparrow) elektroner och Y st spinn-ner (\downarrow) elektroner så att det motsvarar mångpartikel-grundtillståndet för de $(X + Y)$ elektronerna, samt ange denna grundenergi i SI-enheten J . I denna uppgiften är X den näst sista siffran i din ladokkod och Y är den sista siffran i din ladokkod. Diagrammet behöver ej vara skalenligt men kopplingen till energinivåerna i a) skall i så fall framgå, tex genom att skriva ut energin för respektive nivå.